

УДК 621.039

СИСТЕМА ВНУТРИРЕАКТОРНОГО КОНТРОЛЯ ЛЕНИНГРАДСКОЙ АЭС

Р. М. Исхужин¹, А. Д. Горбатов², А. И. Вальцева³

^{1,3} Уральский федеральный университет имени первого
Президента России Б. Н. Ельцина, Екатеринбург, Россия

² Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»,
Москва, Россия

³ Alex-Liga@yandex.ru

Аннотация. В статье рассматривается система внутриреакторного контроля Ленинградской атомной станции.

Ключевые слова: атомная станция, система автоматизации, реактор

LENINGRADSKAYA NUCLEAR POWER PLANT IN-REACTOR CONTROL SYSTEM

R. M. Iskhuzhin¹, A. A. Gorbатов², A. I. Valtseva³

^{1,3} Ural Federal University named after the First
President of Russia B. N. Yeltsin, Ekaterinburg, Russia

² National Research Nuclear University MEPhI, Moscow, Russia

³ Alex-Liga@yandex.ru

Abstract. The article deals with the system of in-reactor control of the Leningradskaya nuclear power plant.

Keywords: nuclear power plant, automation system, reactor

С развитием науки и технологий на промышленных предприятиях все больше внедряются системы автоматизации. Они имеют большое количество преимуществ: позволяют с точностью отслеживать все процессы на производстве, уменьшают количество работников и позволяют избежать аварийных ситуаций. В энергетике, как и в других отраслях производства, автоматизированные системы управления технологическим процессом (АСУ ТП) приобретают все большее рас-

пространение, начиная от малых котельных и заканчивая большими электрическими станциями.

Технология использования энергии атома является одной из самых сложных и относительно молодых в получении электроэнергии. В связи с этим становление и развитие систем внутриреакторного контроля неразрывно связано с ростом требований надежного контроля распределения энерговыделения в активной зоне [1]. Впервые системы внутриреакторного контроля были введены на Ленинградской атомной электростанции (АЭС) с учетом использования опыта эксплуатации станции [2; 3].

Система внутриреакторного контроля (СВРК) является основным элементом контроля ядерного топлива, а также параметров, связанных с безопасностью эксплуатации реакторной установки. Важной особенностью СВРК является необходимость контроля полей энерговыделения, температурных полей, контроля нахождения основных технологических параметров в пределах заданных установок и эксплуатационных ограничений при различных режимах работы РУ, в т. ч. в случае отказа основного технологического оборудования и других нестандартных ситуаций.

СВРК является комплексной автоматизированной системой, входящей в систему контроля, управления и диагностики (СКУД), и представляет собой автономную, функционально законченную систему, связанную информационными потоками с подсистемами СКУД и внешними системами энергоблока.

В состав СВРК входят: первичные преобразователи внутриреакторного контроля нейтронного потока; первичные преобразователи контроля температуры теплоносителя на выходе тепловыделяющей сборки (ТВС) и под крышкой реактора, первичные преобразователи контроля температуры теплоносителя в главном циркуляционном трубопроводе (ГЦТ); линии связи и вспомогательные устройства, включая: программно-технический комплекс (ПТК); клеммные шкафы.

СВРК относится к восстанавливаемым, обслуживаемым системам длительного пользования (кроме внутриреакторных датчиков и кабельных трасс в гермозоне). Основные программно-технические средства СВРК имеют дублированную структуру, позволяющую сохранить выполнение системой своих функций при единичных отказах на время их устранения. Это позволяет СВРК функционировать непрерывно. Схема управления СВРК представлена на рис. 1.

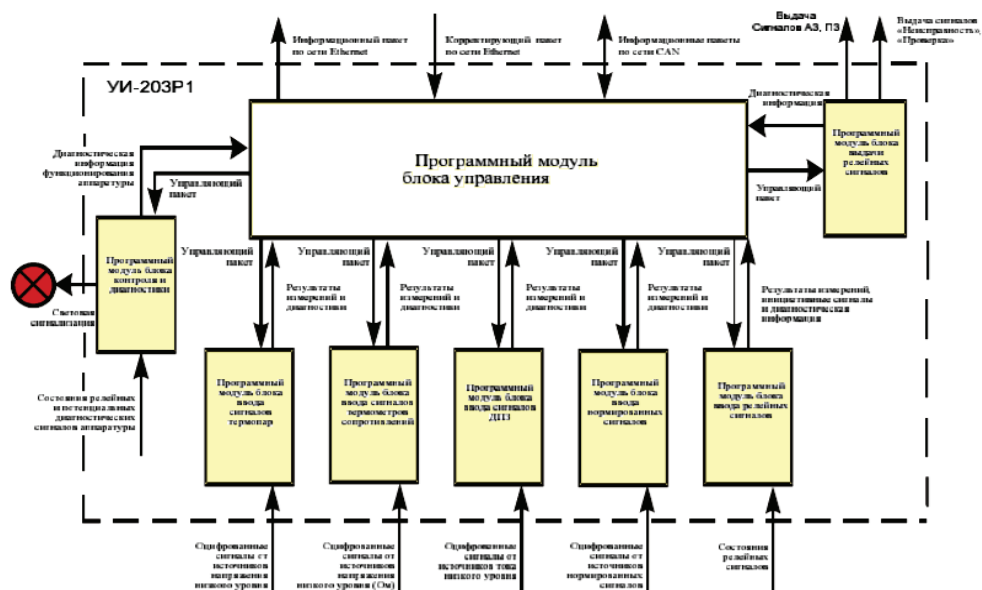


Рис. 1. Схема управления СВРК

Программное обеспечение СВРК состоит из системного программного обеспечения и прикладного программного обеспечения. Системное программное обеспечение обеспечивает защиту программного обеспечения и данных от несанкционированного доступа.

Прикладное программное обеспечение строится по модульному принципу и представляет собой набор модулей, выполняющих функции, возложенные на конкретные функциональные группы программно-технического комплекса. В ПТК реализованы следующие функции:

- 1) первичная обработка аналоговых сигналов;
- 2) перевод нормированных сигналов в физические величины;
- 3) прием дискретных сигналов;
- 4) устранение запаздывания детекторов прямого заряда (ДПЗ);
- 5) расчет массовых расходов теплоносителя в петлях первого контура;
- 6) определение значений температур по сигналам термометров сопротивления;
- 7) расчет тепловой мощности реактора по теплогидравлическим характеристикам первого контура;
- 8) расчет тепловой мощности реактора по сигналам ДПЗ;

9) определение максимального линейного значения энерговыделения тепловыделяющих элементов (ТВЭЛов) и формирование сигналов предупредительной защиты по определенному параметру;

10) определение минимального значения запаса до кризиса теплообмена и формирование сигналов предупредительной защиты;

11) передача информации в ВК СВРК и СК-НУ.

Логика работы ПТК представлена на рис. 2.

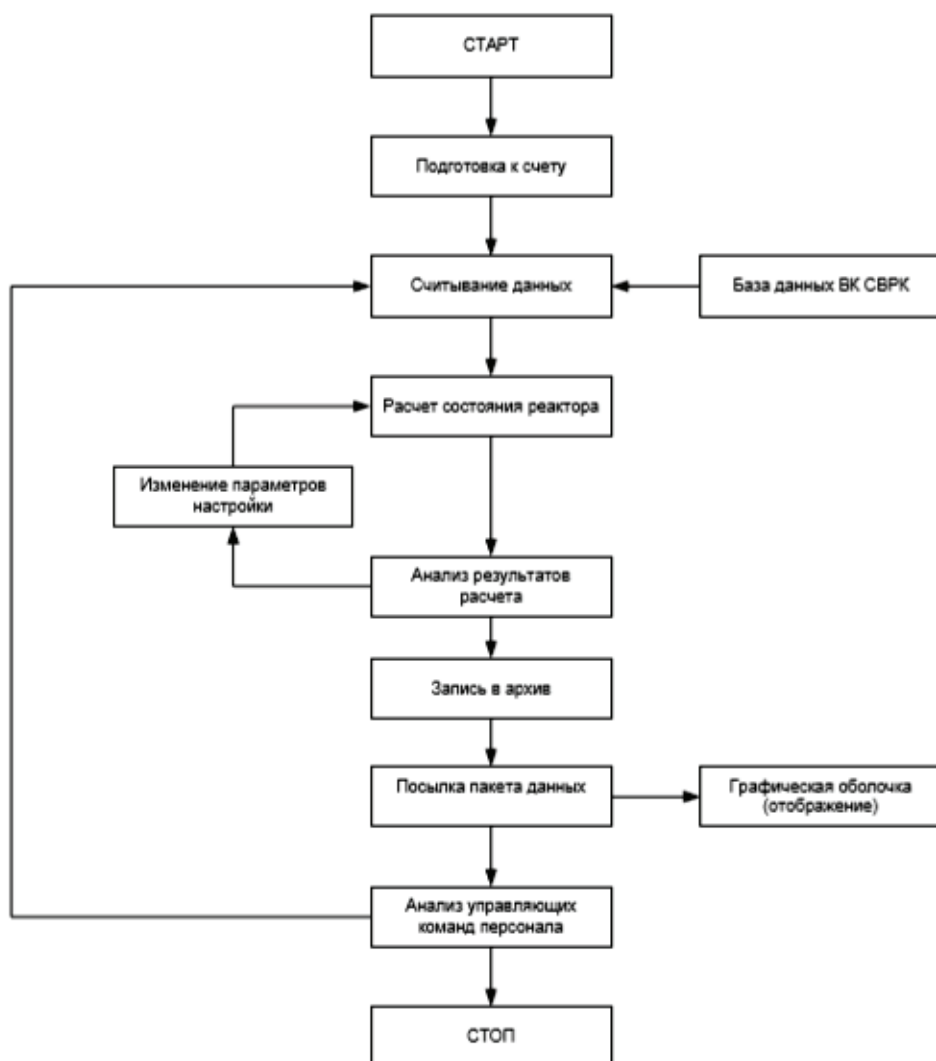


Рис. 2. Логика работы модуля

Каждый блок управления в программе, записанной в памяти блока, через свободную магистраль осуществляет циклический обмен информацией с блоками ввода/вывода, проводит предварительную обработку полученной информации, выполняет заданные алгоритмами расчеты и осуществляет обмен с внешней средой по Ethernet и CAN. Обмен информацией между программными модулями осуществляется через обменную память, расположенную в блоках ввода/вывода.

Программные модули работают независимо друг от друга и не оказывают влияние на работоспособность других модулей. Сама система СВРК отвечает всем правилам ядерной безопасности реакторных установок атомных станций.

Список источников

1. Маргулова Т. Х., Подушко Л. А. Атомные электрические станции. М. : Энергоиздат, 1982. 263 с.
2. Ленинградская АЭС [Электронный ресурс] // Росэнергоатом. URL: https://www.rosenergoatom.ru/stations_projects/sayt-leningradskoy-aes/ (дата обращения: 10.12.2020).
3. Калинушкин А. Е., Семченков Ю. М. Современная система контроля, управления и диагностики реакторов ВВЭР большой мощности [Электронный ресурс] // Доклады БГУИР. 2015. № 2 (88). С. 81–85. URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/sovremennaya-sistema-kontrolya-upravleniya-i-dagnostiki-reaktorov-vver-bolshoy-moschnosti/> (дата обращения: 10.12.2020).